

## Light emitting diode and method for manufacturing the same

**Publication number:** DE10204386

**Publication date:** 2003-04-10

**Inventor:** LIN JIN-YWAN (TW); YANG KUANG-NENG (TW)

**Applicant:** UNITED EPITAXY CO (TW)

**Classification:**

- international: **H01L21/205; H01L33/00; H01L21/02; H01L33/00;**  
(IPC1-7): H01L33/00

- European: H01L33/00C4D3B; H01L33/00G3D

**Application number:** DE20021004386 20020204

**Priority number(s):** TW20010122715 20010913

**Also published as:**



US6462358 (B1)

JP2003086836 (A)

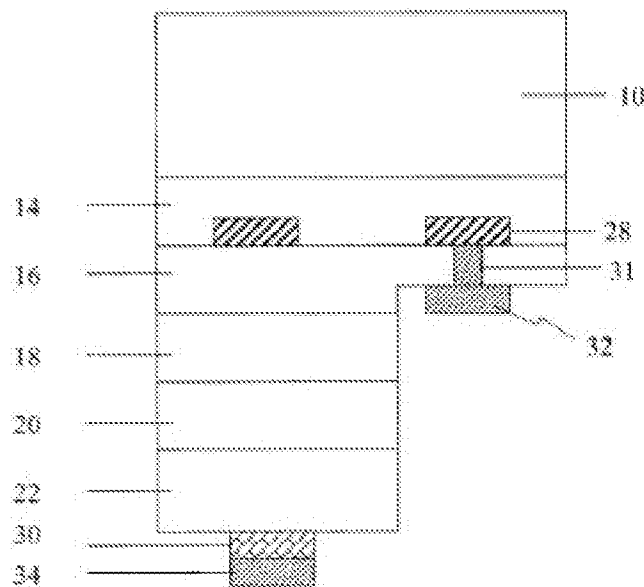
GB2379798 (A)

[Report a data error here](#)

Abstract not available for DE10204386

Abstract of corresponding document: **US6462358**

The present invention disclosed a light emitting diode (LED) and method for manufacturing the same. The light emitting diode includes a transparent substrate connected to an epitaxial layer with absorption substrate via a transparent adhesive layer. Then, the absorption substrate is removed to form a light emitting diode with the transparent substrate. Because of the low light absorption of the transparent substrate, the present invention provides high luminescence efficiency. Furthermore, because the first metal bonding layer is electrical connected with the first ohmic contact layer by the electrode connecting channel, the voltage is decreased and the current distribution is increased in the fixed current to improve the luminous efficiency of a light emitting diode.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



①⑨ **BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 102 04 386 A 1**

⑤① Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**H 01 L 33/00**

②① Aktenzeichen: 102 04 386.8  
②② Anmeldetag: 4. 2. 2002  
④③ Offenlegungstag: 10. 4. 2003

**DE 102 04 386 A 1**

③⑩ Unionspriorität:  
090122715 13. 09. 2001 TW

⑦① Anmelder:  
United Epitaxy Co., Ltd., Hsinchu, TW

⑦④ Vertreter:  
Flaccus, R., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw.,  
50389 Wesseling

⑦② Erfinder:  
Lin, Jin-Ywan, Jungli, TW; Yang, Kuang-Neng,  
Taoyuan County, TW

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

|    |               |
|----|---------------|
| DE | 101 18 448 A1 |
| DE | 101 18 447 A1 |
| US | 62 87 882 B1  |
| JP | 10-2 94 491 A |

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ **Leuchtdiode und Verfahren zu ihrer Herstellung**

⑤⑦ Die vorliegende Erfindung offenbart eine Leuchtdiode (LED) und ein Verfahren für die Herstellung dieser Diode. Die Leuchtdiode umfaßt ein transparentes Substrat, das über eine transparente Klebschicht mit einer ein Absorptionssubstrat aufweisenden Epitaxialschicht verbunden wird. Dann wird das Absorptionssubstrat entfernt, um eine das transparente Substrat aufweisende Leuchtdiode zu bilden. Aufgrund der geringen Lichtabsorption des transparenten Substrates, wird mit der vorliegenden Erfindung eine hohe Lumineszenzausbeute zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus wird aufgrund der Tatsache, daß die erste Metall-Kontaktierungsschicht durch den Elektrodenverbindungskanal elektrisch mit der ersten ohmschen Kontaktschicht verbunden ist, die Spannung reduziert und die Stromverteilung bei fester Stromstärke erhöht, um die Lichtausbeute der Leuchtdiode zu verbessern.

**DE 102 04 386 A 1**

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## ERFINDUNGSGEBIET

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Leuchtdiode und insbesondere eine AlGaInP-Leuchtdiode.

## BESCHREIBUNG DES STANDES DER TECHNIK

**[0002]** Die herkömmliche AlGaInP-Leuchtdiode (LED) mit Doppel-Heterostruktur, wie in **Fig. 6** dargestellt, umfaßt ein GaAs-Substrat **3** vom n-Typ, eine untere  $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0,5}\text{In}_{0,5}\text{P}$ -Mantelschicht **4** vom n-Typ mit  $x = 0,7-1,0$ , eine aktive  $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0,5}\text{In}_{0,5}\text{P}$ -Schicht **5**, eine obere  $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0,5}\text{In}_{0,5}\text{P}$ -Mantelschicht **6** vom n-Typ mit  $x = 0,7-1,0$  und eine Stromverteilungsschicht **7** vom p-Typ mit hohem Energiebandabstand. Das Material der p-Stromverteilungsschicht **7** ist ausgewählt aus GaP, GaAsP, GaInP und AlGaAs.

**[0003]** Die lichtemittierende Wellenlänge von LEDs variiert mit dem Al-Gehalt der aktiven Schicht **5**, von grünem Licht mit 555 nm bis zu rotem Licht mit 650 nm. Wenn das Licht von der aktiven Schicht **5** zum GaAs-Substrat **3** emittiert wird, so wird das Licht aufgrund des kleineren Energiebandabstandes des Substrates **3** von dem Substrat **3** absorbiert, was zu einer LED mit geringem Wirkungsgrad führt.

**[0004]** Zur Verhinderung der Lichtabsorption durch das Substrat **3** ist bei herkömmlichen Technologien ein verteilter Bragg-Reflektor (DBR) auf dem GaAs-Substrat ausgebildet, um das Licht zu reflektieren. Jedoch reflektiert die DBR-Schicht lediglich das einfallende Licht fast senkrecht zum Substrat. Der Einsatz einer DBR-Schicht ist daher ineffizient. Daneben wurde ein Wafer-gebondetes transparentes Substrat (TS) einer  $(\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_{0,5}\text{In}_{0,5}\text{P}/\text{GaP}$ -LED zur Verbesserung der Lichtausbeute vorgeschlagen. Die TS-AlGaInP-LED wird hergestellt mittels der VPE-Technik (Vapor Phase Epitaxy, Dampfphasenepitaxie), um eine p-GaP-Fensterschicht mit einer Dicke von etwa 50 µm herzustellen. Dann wird das GaAs-Substrat entfernt, um die untere n-AlGaInP-Mantelschicht freizulegen. Ferner wird die freigelegte untere n-AlGaInP-Mantelschicht mit dem n-GaP-Substrat verbunden.

**[0005]** Da durch die Wafer-Bond-Technik zwei Arten von III-V-Halbleiterverbindungen direkt miteinander verbunden werden, wird der Prozeß durch Druckanwendung und Erwärmen auf eine erhöhte Temperatur abgeschlossen. Die Lichtausbeute einer TS-AlGaInP-LED ist zweimal größer als die der AlGaInP-LED mit absorbierendem Substrat. Jedoch ist es aufgrund der Komplexität der Herstellung von TS-AlGaInP-LED-Schichten und des hohen Leitfähigkeitswiderstandes zwischen der Grenzfläche der nicht-ohmschen Kontaktschicht schwierig, einen hohen Produktionsertrag zu erhalten und dabei die Kosten zu verringern.

**[0006]** Gemäß einem anderen Stand der Technik wurde eine AlGaInP/Metall/SiO<sub>2</sub>/Si-Spiegelsubstrat(MS)-LED vorgeschlagen. Das Si-Substrat und die Epitaxial-Schicht sind durch AuBe/Au verbunden. Jedoch ist bei einem Betriebsstrom von 20 mA die Lichtintensität von MS-AlGaInP-LEDs (etwa 90 mcd) um 40% geringer als die Leuchtdichte von TS-AlGaInP-LEDs.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

**[0007]** Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Leuchtdioden(LED)-Aufbau und ein Verfahren zur Herstellung die-

ser LED bereitgestellt. Die LED umfaßt eine Epitaxial-Schicht, die aus einem mehrschichtigen AlGaInP-Epitaxial-Aufbau gebildet ist. Der mehrschichtige AlGaInP-Epitaxial-Aufbau ist durch eine transparente Klebschicht mit einem transparenten Substrat verbunden. Das Material des mehrschichtigen AlGaInP-Epitaxial-Aufbaus ist ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Homostruktur, Einfach-Heterostruktur (SH), Doppel-Heterostruktur (DH) und Mehrfach-quantentopf (MQW).

**[0008]** Ferner umfaßt die LED eine erste ohmsche Kontaktschicht und eine zweite ohmsche Kontaktschicht, einen Elektrodenverbindungskanal für die elektrische Verbindung einer ersten Metall-Kontaktierungsschicht mit einer ersten ohmschen Kontaktschicht. Daher befinden sich die erste und die zweite Metall-Kontaktierungsschicht in Bezug auf das transparente Substrat auf der gleichen Seite.

**[0009]** Mit der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode bereitgestellt. Das Verfahren umfaßt die Bildung einer ersten ohmschen Kontaktschicht auf einem Epitaxial-Aufbau. Dann werden der erste ohmsche Kontakt und der Epitaxial-Aufbau mit einem transparenten Substrat verbunden, und zwar über eine transparente Klebschicht wie z. B. BCB (B-staged Bisbenzocyclobuten), Epoxidharz und dergleichen. Dann wird das Substrat entfernt.

**[0010]** Anschließend wird die Struktur der LED in zwei Schritten eingätzt. Zuerst wird in einem Ätzvorgang in einer Breite von etwa 3–6 mils ein Teil des mehrschichtigen Epitaxial-Aufbaus entfernt, um die Epitaxial-Schicht zu entfernen. Dann wird der untere Teil der freigelegten Epitaxial-Schicht in einer Breite von etwa 1–3 mils entfernt, um einen Kanal zu bilden, der die erste ohmsche Kontaktschicht freilegt. Eine zweite ohmsche Kontaktschicht wird auf der unteren Mantelschicht ausgebildet. Dann werden die erste und die zweite Metall-Kontaktierungsschicht mit der ersten bzw. der zweiten ohmschen Kontaktschicht verbunden. Daher liegen die erste und die zweite Metall-Kontaktierungsschicht in Bezug auf das transparente Substrat auf der gleichen Seite.

**[0011]** Ein Vorteil der Erfindung ist, daß LED mit hoher Helligkeit zur Verfügung gestellt werden, die sich leicht bei niedriger Temperatur mit einem transparenten Substrat verbinden lassen, um das Verdampfen von Elementen der fünften Gruppe während des Anhaftvorgangs zu verhindern.

**[0012]** Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer LED mit großer Helligkeit, die mit einem kostengünstigen transparenten Substrat, wie z. B. Glas, integriert werden kann, um den Produktionsertrag bei niedrigen Kosten zu verbessern.

**[0013]** Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung liegt in der Bereitstellung eines Elektrodenkanals mit verbesserter Stromverteilung und geringerer Spannung, wenn der Betrieb bei gleicher Stromstärke erfolgt. Durch den Elektrodenkanal wird auch die Emissionsleistung bei gleicher Spannung verbessert.

**[0014]** Ein anderer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist die Bereitstellung einer LED mit hoher Leuchtdichte, die über eine weiche, transparente Klebschicht mit einem transparenten Substrat verbunden ist. Auch wenn die Oberfläche der Epitaxial-Schicht rau ist, kann die transparente Klebschicht sicher implementiert werden.

## KURZE BESCHREIBUNG DER BEIGEFÜGTEN ZEICHNUNGEN

**[0015]** **Fig. 1** bis **Fig. 3** zeigen eine Schnittdarstellung einer Ausführungsform einer AlGaInP-Leuchtdiode entsprechend der vorliegenden Erfindung;

[0016] Fig. 4 und Fig. 5 zeigen eine Schnittdarstellung einer anderen Ausführungsform einer AlGaAs-Leuchtdiode entsprechend der vorliegenden Erfindung; und  
 [0017] Fig. 6 zeigt eine Schnittdarstellung einer herkömmlichen Leuchtdiode.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

[0018] Die vorliegende Erfindung offenbart einen Aufbau einer Leuchtdiode (LED) und ein Verfahren zur Herstellung der Leuchtdiode. Mit Bezug auf Fig. 1: Die LED umfaßt ein n-GaAs-Substrat 26, eine Ätztstopp-Schicht 24, eine untere n-(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>0,5</sub>In<sub>0,5</sub>P-Mantelschicht 22 mit x = 0,5–1,0, eine aktive (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>0,5</sub>In<sub>0,5</sub>P-Schicht 20 mit x = 0–0,45 und eine obere p-(Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>0,5</sub>In<sub>0,5</sub>P-Mantelschicht 18 mit x = 0,5–1,0, und eine p-Epitaxialschicht 16. Eine ohmsche Kontaktschicht 28 vom p-Typ ist auf der Epitaxialschicht 16 ausgebildet und sequentiell in einer ersten Richtung angeordnet.

[0019] Die p-Epitaxialschicht 16 ist ausgewählt aus AlGaAs, AlGaInP und GaAsP. Die Epitaxialschicht 16 zur Verhinderung von Lichtabsorption der aktiven Schicht 20 weist einen größeren Energiebandabstand auf als die aktive Schicht 20, sowie eine hohe Trägerkonzentration, da sie die ohmsche Kontaktschicht darstellt.

[0020] Die o. g. aktive Schicht 20 ist AlGaInP mit x = 0–0,45, und die obere Mantelschicht 18 und die untere Mantelschicht 22 ist AlGaInP mit x = 0,5–1,0. Ein Beispiel für die aktive Schicht 20 ist Ga<sub>0,5</sub>In<sub>0,5</sub>P mit x = 0, was zu einer Wellenlänge von 635 nm der Leuchtdiode führt.

[0021] Zwar wurde die Erfindung mit Bezug auf eine der Erläuterung dienende Ausführungsform beschrieben, jedoch soll diese Ausführungsform nicht als einschränkend verstanden werden. Die aktive Schicht 20 ist ausgewählt aus einer Gruppe bestehend aus Homostruktur, Einfach-Heterostruktur (SH), Doppel-Heterostruktur (DH) und Mehrfachquantentopf (MQW). Die DH-Struktur, z. B. wie in Fig. 1 dargestellt, umfaßt eine untere (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>0,5</sub>In<sub>0,5</sub>P-Mantelschicht 22 mit einer Dicke von etwa 0,5–3,0 µm, eine aktive (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>0,5</sub>In<sub>0,5</sub>P-Schicht 20 mit einer Dicke von 0,5–2,0 µm und eine obere (Al<sub>x</sub>Ga<sub>1-x</sub>)<sub>0,5</sub>In<sub>0,5</sub>P-Schicht 18 mit einer Dicke von etwa 0,5–3,0 µm.

[0022] Die Ätztstopp-Schicht 24 ist ausgewählt aus III-V-Halbleiterverbindungen, wie z. B. GaInP oder AlGaAs. Jedes Material, dessen Gitter dem GaAs-Substrat 26 angeglichen ist, ist für die Ätztstopp-Schicht 24 geeignet. Außerdem ist die Ätzrate der Ätztstopp-Schicht 24 geringer als die Ätzrate des Substrates 26.

[0023] Bei der ersten Ausführungsform, dargestellt in Fig. 1, ist die Ätzrate der unteren Mantelschicht 22 ebenfalls geringer als die Ätzrate des Substrates 26. Bei ausreichender Dicke der unteren Mantelschicht 18 ist deshalb keine Ätztstopp-Schicht 24 erforderlich.

[0024] In Fig. 2 ist eine transparente Klebschicht 14 und ein transparentes Substrat (TS) 10 dargestellt. Die transparente Klebschicht 14 ist ausgewählt aus BCB (B-staged Bisbenzocyclobuten) oder anderen klebenden Materialien mit transparentem Charakter, wie z. B. Epoxidharz.

[0025] Das transparente Substrat 10 dient als Stütze, um zu verhindern, daß die mehrschichtige Epitaxial-Struktur 20 der LED während des Verfahrens zerbricht. Das transparente Substrat 10 ist daher nicht auf ein einkristallines Substrat beschränkt. Das transparente Substrat 10 ist, zur Senkung der Kosten, ausgewählt aus Polykristallsubstraten und amorphen Substraten wie z. B. Saphir, Glas, GaP, GaAsP, ZnSe, ZnS, ZnSSe oder SiC.

[0026] Das transparente Substrat 10 wird mit der p-leitenden ohmschen Kontaktschicht 28 und der Epitaxial-Schicht

16 durch vorübergehende Druckanwendung und Erwärmung der transparenten Klebschicht 14 auf 250°C verbunden. Zur Verbesserung der Verbindung zwischen der Epitaxialschicht 16 und dem transparenten Substrat 10 wird die Oberfläche des transparenten Substrates 10, vor dem Auftragen der Klebschicht 14 auf das transparente Substrat 10, mit einem Klebvermittler beschichtet. Darüber hinaus wird zur Verbesserung der Haftwirkung beim Verbinden der Epitaxialschicht 16 mit dem transparenten Substrat 10 die transparente Klebschicht 14 auf eine Temperatur von etwa 60°C–100°C erwärmt, um das organische Lösungsmittel zu entziehen. Dann wird die Temperatur auf etwa 200°C–600°C erhöht. Das transparente Substrat 10 ist somit durch die transparente Klebschicht 14 fest mit der Epitaxialschicht 16 verbunden.

[0027] Danach wird das Substrat 26 mit einem korrodierend wirkenden Ätzmittel wie z. B. 5H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> : 3H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> : 3H<sub>2</sub>O oder 1NH<sub>4</sub>OH : 35H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> geätzt. Wenn die Ätztstopp-Schicht 24 aus lichtabsorbierendem Material besteht, wie z. B. GaInP oder AlGaAs, so muß die Ätztstopp-Schicht 24 durch die gleiche Lösung entfernt werden.

[0028] Dann wird die Struktur in zwei Schritten geätzt. Zunächst wird ein Teil der Mehrschicht-Epitaxialstruktur, der eine zwischen die obere Mantelschicht 18 und die untere Mantelschicht 22 gesandwichte aktive Schicht 20 enthält, in einer Breite von etwa 3–6 mils durch Trockenätzen oder Naßätzen entfernt, um die Epitaxialschicht 16 freizulegen. Anschließend wird der untere Teil der freigelegten Epitaxialschicht 16 in einer Breite von etwa 1–3 mils entfernt, um einen Kanal zu bilden, der die ohmsche p-Kontaktschicht 28 freilegt. Dann wird in der zweiten Richtung eine ohmsche Kontaktschicht 30 vom n-Typ auf der unteren Mantelschicht 22 gebildet; die zweite Richtung ist der ersten Richtung entgegengesetzt. Anschließend wird eine erste Metall-Kontaktierungsschicht 32 auf der Epitaxial-Schicht 16 gebildet und der Kanal mit Au oder Al gefüllt, um einen Elektrodenkanal 31 zu erhalten, der in der zweiten Richtung mit dem ohmschen p-Kontakt verbunden ist. Eine zweite Metall-Kontaktierungsschicht 34 wird in der zweiten Richtung auf der ohmschen n-Kontaktschicht 30 gebildet. Somit liegen die erste und die zweite Metall-Kontaktierungsschicht 32, 34 in Bezug auf das transparente Substrat 10 auf derselben Seite.  
 [0029] Erfindungsgemäß beträgt der Betriebsstrom 20 mA, die Wellenlänge des Lichtes der LED beträgt 635 nm. Die Ausgangsleistung des Lichts ist bei der vorliegenden Erfindung etwa 4 mW, dies ist zweimal größer als die Lichtleistung der traditionellen AlGaInP-LEDs mit lichtabsorbierendem Substrat.

[0030] Diese Ausführungsform der AlGaInP-LED ist nicht als einschränkend anzusehen. Bei der vorliegenden Erfindung können auch andere Materialien zum Einsatz kommen, wie z. B. AlGaAs für Rotlicht-LEDs.

[0031] Mit Bezug auf Fig. 4: Bei der zweiten Ausführungsform wird ein erfindungsgemäßer Leuchtdiodenaufbau in einer ersten Richtung auf einer GaAs-Unterlage 51 gebildet. Die mehrschichtige Epitaxialstruktur enthält eine untere n-AlGaAs-Mantelschicht 52, eine aktive AlGaAs-Schicht 53 und eine obere AlGaAs-Mantelschicht 54 vom p-Typ. Der Al-Gehalt der unteren Mantelschicht 52 ist etwa 70%–80%, die Dicke der unteren Mantelschicht 52 beträgt etwa 0,5–3,0 µm. Der Al-Gehalt der oberen Mantelschicht 54 ist etwa 70%–80%, und die Dicke der oberen Mantelschicht 54 beträgt etwa 0,5–3,0 µm. Der Al-Gehalt der aktiven Schicht 53 beträgt etwa 35% und die Dicke der aktiven Schicht 53 ist etwa 0,5–2,0 µm. Dann wird, wie in Fig. 5 gezeigt, in der ersten Richtung eine ohmsche p-Kontaktschicht 57 auf der oberen Mantelschicht 54 gebildet. Sodann verbindet ein transparentes Substrat 56 über eine transparente

Klebschicht **55** die obere Mantelschicht **54** mit der ohmschen p-Kontaktschicht **57**.

**[0032]** Anschließend wird das Substrat **51** mittels eines korrodierend wirkenden Ätzmittels wie z. B.  $\text{NH}_4\text{OH} : \text{H}_2\text{O}_2 = 1,7 : 1$  entfernt. Außerdem wird ein Teil der Mehrschicht-Epitaxialstruktur durch Naß- oder Trocknenätzen entfernt, um einen Kanal zu bilden, der die ohmsche p-Kontaktschicht **57** freilegt. Sodann wird in einer zweiten Richtung eine ohmsche n-Kontaktschicht **58** auf der unteren Mantelschicht **52** gebildet. Danach wird in der zweiten Richtung eine erste Metall-Kontaktierungsschicht **59** auf der oberen Mantelschicht **54** gebildet, und ein Elektrodenkanal **60** wird in der oberen Mantelschicht **54** ausgebildet. Eine zweite Metall-Kontaktierungsschicht **61** wird in der zweiten Richtung auf der ohmschen n-Kontaktschicht **58** gebildet. Somit liegen die erste und die zweite Metall-Kontaktierungsschicht **59**, **61** in Bezug auf das transparente Substrat **10** auf derselben Seite, wie in Fig. 5 dargestellt.

**[0033]** Erfindungsgemäß beträgt beim Betriebsstrom von 20 mA die Wellenlänge der Rotlicht-AlGaAs-LED 650 nm. Die Ausgangsleistung des Lichtes ist bei der vorliegenden Erfindung zweimal größer als die Ausgangsleistung des Lichtes der traditionellen AlGaAs-LEDs mit lichtabsorbierendem Substrat.

**[0034]** Mit der vorliegenden Erfindung wird eine Leuchtdiode mit transparentem Substrat **10** und einem Elektrodenkanal **31**, der die ohmsche Kontaktschicht **28** vom p-Typ mit der ersten Metall-Kontaktierungsschicht **32** verbindet, mit dem Ergebnis, daß die erste und die zweite Metall-Kontaktierungsschicht **32** und **34** in Bezug auf das transparente Substrat **10** auf derselben Seite liegen. Somit wird die Chip-Packung der Flip-Chip-Technik angewendet, mit der die traditionelle Drahtkontaktierung vermieden wird, was zu einer Verbesserung der Zuverlässigkeit des Chips führt. Darüber hinaus wird die Lichtausbeute aufgrund der Vermeidung von Lichtabsorption des transparenten Substrates **10** verbessert. Außerdem ist, aufgrund der Tatsache, daß das Material – wie z. B. Saphir, Glas oder SiC – des transparenten Substrats **10** hart ist, die Dicke des Substrats auf etwa 100 µm vermindert, ohne daß während des Verfahrens Bruchgefahr besteht. Mit der vorliegenden Erfindung wird somit eine dünne und kleine LED bereitgestellt.

**[0035]** Mit der vorliegenden Erfindung wird das transparente Substrat **10** bereitgestellt, welches mit der Epitaxialstruktur über eine weiche, transparente Klebschicht **14** verbunden ist. Daher ist auch dann, wenn die Oberfläche der Epitaxialstruktur rauh ist, das transparente Substrat **10** fest über die transparente Klebschicht **14** mit der Epitaxialstruktur verbunden.

**[0036]** Zwar wurde die Erfindung in Verbindung mit den Ausführungsformen beschreiben, die als die praktikabelsten und bevorzugten Ausführungsformen angesehen werden, doch wird darauf hingewiesen, daß die Erfindung nicht auf die offengelegten Ausführungsformen beschränkt sein soll. Die Erfindung soll unterschiedliche Abwandlungen und äquivalente Anordnungen abdecken, die im Schutzbereich und dem Wesen der beigefügten Ansprüche liegen.

#### Patentansprüche

##### 1. Leuchtdiode, umfassend:

eine mehrschichtige AlGaInP-Epitaxialstruktur, enthaltend eine aktive Schicht, die zwischen einer oberen Mantelschicht und einer unteren Mantelschicht gesandwich ist;  
eine Epitaxialschicht, die in einer ersten Richtung auf der oberen Mantelschicht ausgebildet ist;  
eine erste ohmsche Kontaktschicht, die in der ersten

Richtung auf der Epitaxial-Schicht gebildet ist;  
eine transparente Klebschicht, die in der ersten Richtung auf der ersten ohmschen Kontaktschicht angeordnet ist;

ein transparentes Substrat, das in der ersten Richtung über die transparente Klebschicht an der ersten ohmschen Kontaktschicht befestigt ist;

eine zweite ohmsche Kontaktschicht, die in einer zweiten Richtung auf der unteren Mantelschicht gebildet ist, wobei diese zweite Richtung der ersten Richtung entgegengesetzt ist;

eine erste Metall-Kontaktierungsschicht, die in der zweiten Richtung auf der Epitaxial-Schicht gebildet ist;

eine zweite Metall-Kontaktierungsschicht, die in der zweiten Richtung auf der zweiten ohmschen Kontaktschicht gebildet ist; und

ein Elektrodenverbindungskanal, der in der Epitaxialschicht ausgebildet ist, zur elektrischen Verbindung der ersten Metall-Kontaktierungsschicht mit der ersten ohmschen Kontaktschicht.

2. Leuchtdiode nach Anspruch 1, bei der die mehrschichtige AlGaInP-Epitaxial-Struktur ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Homostruktur, Einfach-Heterostruktur, Doppel-Heterostruktur (DH) und Mehrfachquantentopfstruktur (MQW) aus AlGaInP.

3. Leuchtdiode nach Anspruch 1, bei der die Epitaxial-Schicht aus einem Material des p-Typs gebildet ist.

4. Leuchtdiode nach Anspruch 1, bei der die erste ohmsche Kontaktschicht aus einem Material vom p-Typ und die zweite ohmsche Kontaktschicht aus einem Material vom n-Typ gebildet ist.

5. Leuchtdiode nach Anspruch 1, bei der das transparente Substrat aus einer Gruppe bestehend aus Saphir, Glas, GaP, GaAsP, ZnSe, ZnS, ZnSSe und SiC gebildet ist.

6. Leuchtdiode nach Anspruch 1, bei der die transparente Klebschicht aus einer Gruppe bestehend aus BCB (B-staged Bisbenzocyclobuten) und Epoxidharz gebildet ist.

7. Leuchtdiode nach Anspruch 1, bei der die Metall-Kontaktierungsschicht ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Al und Au.

8. Leuchtdiode nach Anspruch 1, bei der der Elektrodenverbindungskanal aus dem gleichen Material besteht wie die erste Metall-Kontaktierungsschicht.

9. Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode, umfassend:

Vorsehen eines Substrates;

Bilden einer Ätzstopp-Schicht auf dem Substrat, und zwar in einer ersten Richtung;

Bilden einer mehrschichtigen AlGaInP-Epitaxialstruktur, umfassend eine zwischen einer oberen Mantelschicht und einer unteren Mantelschicht gesandwichte, aktive Schicht, und zwar auf der Ätzstopp-Schicht, in der ersten Richtung;

Bilden einer Epitaxial-Schicht auf der oberen Mantelschicht, in der ersten Richtung;

Bilden einer ersten ohmschen Kontaktschicht auf der Epitaxial-Schicht, in der ersten Richtung;

Vorsehen eines transparenten Substrates; Verbinden des transparenten Substrates mit der ersten ohmschen Kontaktschicht und der Epitaxial-Schicht, über eine transparente Klebschicht, die auf dem transparenten Substrat aufgetragen ist;

Entfernen des Substrates und der Ätzstopp-Schicht;  
Entfernen eines Teils der mehrschichtigen AlGaInP-Epitaxialstruktur und eines Teils der Epitaxial-Schicht, um die Epitaxial-Schicht freizulegen;

Bilden eines Kanals in der Epitaxial-Schicht, um die erste ohmsche Kontaktschicht freizulegen;  
 Bilden einer ersten Metall-Kontaktierungsschicht auf der freigelegten Epitaxial-Schicht, und zwar in einer zweiten Richtung, wobei diese zweite Richtung der ersten Richtung entgegengesetzt ist;  
 5 Füllen dieses Kanals, um einen Elektrodenverbindungskanal zu bilden, für die elektrische Verbindung der ersten Metall-Kontaktierungsschicht mit der ersten ohmschen Kontaktschicht;  
 10 Bilden einer zweiten ohmschen Kontaktschicht auf der unteren Mantelschicht, in der zweiten Richtung; und Bilden einer zweiten Metall-Kontaktierungsschicht auf der zweiten ohmschen Kontaktschicht, in der zweiten Richtung.  
 15 10. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das Substrat aus GaAs gebildet wird.  
 11. Das Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die mehrschichtige AlGaInP-Epitaxialstruktur ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus Homostruktur, Einfach-Heterostruktur, Doppel-Heterostruktur (DH) und Mehrfachquantentopf-Struktur (MQW) aus AlGaInP.  
 20 12. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem das transparente Substrat ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus Saphir, Glas, GaP, GaAsP, ZnSe, ZnS, ZnSSe und SiC.  
 25 13. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die Epitaxial-Schicht aus einem Material des p-Typs gebildet wird.  
 14. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die erste ohmsche Kontaktschicht aus einem Material des p-Typs, und die zweite ohmsche Kontaktschicht aus einem Material des n-Typs gebildet wird.  
 30 15. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem die transparente Klebschicht ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus BCB (B-staged Bisbenzocyclobuten) und Epoxidharz.  
 35 16. Verfahren nach Anspruch 9, bei dem ein Schritt des Verbindens des transparenten Substrates mit der Epitaxial-Schicht und der ersten ohmschen Kontaktschicht über die transparente Klebschicht umfaßt:  
 40 Drucken und Erwärmung auf 60°C–100°C während des Verbindungsvorgangs; und Drucken und Erwärmung auf 200°C–600°C während des Verbindungsvorgangs.  
 45 17. Leuchtdiode nach Anspruch 9, bei der die Metall-Kontaktierungsschicht aus einer Gruppe bestehend aus Al und Au ausgewählt ist.  
 18. Leuchtdiode, umfassend:  
 eine mehrschichtige AlGaAs-Epitaxialstruktur, umfassend eine aktive Schicht, die zwischen einer oberen Mantelschicht und einer unteren Mantelschicht gesandwich ist;  
 50 eine erste ohmsche Kontaktschicht, die in einer ersten Richtung auf der mehrschichtigen AlGaAs-Epitaxialstruktur gebildet ist;  
 55 eine transparente Klebschicht, die in der ersten Richtung auf der ersten ohmschen Kontaktschicht angeordnet ist;  
 ein transparentes Substrat, das in der ersten Richtung über die transparente Klebschicht an der ersten ohmschen Kontaktschicht befestigt ist;  
 60 eine zweite ohmsche Kontaktelektrode, die in einer zweiten Richtung auf der unteren Mantelschicht gebildet ist, wobei die zweite Richtung der ersten entgegengesetzt ist;  
 65 eine erste Metall-Kontaktierungsschicht, die in der zweiten Richtung auf der oberen Mantelschicht gebildet ist;

eine zweite Metall-Kontaktierungsschicht, die in der zweiten Richtung auf der zweiten ohmschen Kontaktschicht gebildet ist; und  
 ein Elektrodenverbindungskanal in der oberen Mantelschicht, für die elektrische Verbindung der ersten Metall-Kontaktierungsschicht mit der ersten ohmschen Kontaktschicht.

19. Leuchtdiode nach Anspruch 18, bei der die mehrschichtige AlGaAs-Epitaxialstruktur ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Homostruktur, Einfach-Heterostruktur, Doppel-Heterostruktur (DH) und Mehrfachquantentopf-Struktur (MQW) aus AlGaAs.

20. Leuchtdiode nach Anspruch 18, bei der die erste ohmsche Kontaktschicht aus einem Material vom p-Typ und die zweite ohmsche Kontaktschicht aus einem Material vom n-Typ gebildet ist.

21. Leuchtdiode nach Anspruch 18, bei der das transparente Substrat ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Saphir, Glas, GaP, GaAsP, ZnSe, ZnS, ZnSSe und SiC.

22. Leuchtdiode nach Anspruch 18, bei der die transparente Klebschicht ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus BCB (B-staged Bisbenzocyclobuten) und Epoxidharz.

23. Leuchtdiode nach Anspruch 18, bei der die Metall-Kontaktierungsschicht ausgewählt ist aus einer Gruppe bestehend aus Al und Au.

24. Leuchtdiode nach Anspruch 18, bei der der Elektrodenverbindungskanal aus dem gleichen Material besteht wie die erste Metall-Kontaktierungsschicht.

25. Verfahren zur Herstellung einer Leuchtdiode, zumindest umfassend:

Vorsehen eines Substrates;

Bilden einer mehrschichtigen AlGaAs-Epitaxialstruktur, umfassend eine zwischen einer oberen Mantelschicht und einer unteren Mantelschicht gesandwichte, aktive Schicht, und zwar auf dem Substrat, in der ersten Richtung;

Bilden einer ersten ohmschen Kontaktschicht auf der mehrschichtigen AlGaAs-Epitaxial-Struktur, in einer ersten Richtung;

Vorsehen eines transparenten Substrates;

Verbinden des transparenten Substrates in der ersten Richtung mit der ersten ohmschen Kontaktschicht und der oberen Mantelschicht, über eine transparente Klebschicht, die auf dem transparenten Substrat aufgetragen ist;

Entfernen des Substrates;

Entfernen eines Teils der mehrschichtigen AlGaAs-Epitaxialstruktur und eines Teils der oberen Mantelschicht, um die obere Mantelschicht freizulegen;

Bilden eines Kanals in der freigelegten oberen Mantelschicht, um die erste ohmsche Kontaktschicht freizulegen;

Bilden einer ersten Metall-Kontaktierungsschicht auf der freigelegten oberen Mantelschicht, und zwar in einer zweiten Richtung, wobei diese zweite Richtung der ersten Richtung entgegengesetzt ist;

Füllen dieses Kanals, um einen Elektrodenverbindungskanal zu bilden, für die elektrische Verbindung der ersten Metall-Kontaktierungsschicht mit der ersten ohmschen Kontaktschicht;

Bilden einer zweiten ohmschen Kontaktschicht auf der unteren Mantelschicht, in der zweiten Richtung; und

Bilden einer zweiten Metall-Kontaktierungsschicht auf der zweiten ohmschen Kontaktschicht, in der zweiten Richtung.

26. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem das Substrat

aus GaAs gebildet wird.

27. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem die mehrschichtige AlGaAs-Epitaxialstruktur ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus Homostruktur, Einfach-Heterostruktur, Doppel-Heterostruktur (DH) und Mehrfachquantentopf-Struktur (MQW) aus AlGaAs. 5

28. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem die erste ohmsche Kontaktschicht aus einem Material des p-Typs, und die zweite ohmsche Kontaktschicht aus einem Material des n-Typs gebildet wird. 10

29. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem das transparente Substrat ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus Saphir, Glas, GaP, GaAsP, ZnSe, ZnS, ZnSSe und SiC.

30. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem die transparente Klebschicht ausgewählt wird aus einer Gruppe bestehend aus BCB (B-staged Bisbenzocyclobuten) und Epoxidharz. 15

31. Verfahren nach Anspruch 25, bei dem ein Schritt des Verbindens des transparenten Substrates mit der Epitaxial-Schicht und der ersten ohmschen Kontaktschicht über die transparente Klebschicht umfaßt: 20

Druckanwendung und Erwärmung auf 60°C–100°C während des Verbindungsvorgangs; und

Druckanwendung und Erwärmung auf 200°C–600°C während des Verbindungsvorgangs. 25

32. Leuchtdiode nach Anspruch 25, bei der die Metall-Kontaktierungsschicht aus einer Gruppe bestehend aus Al und Au ausgewählt ist. 30

---

Hierzu 5 Seite(n) Zeichnungen

---

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -



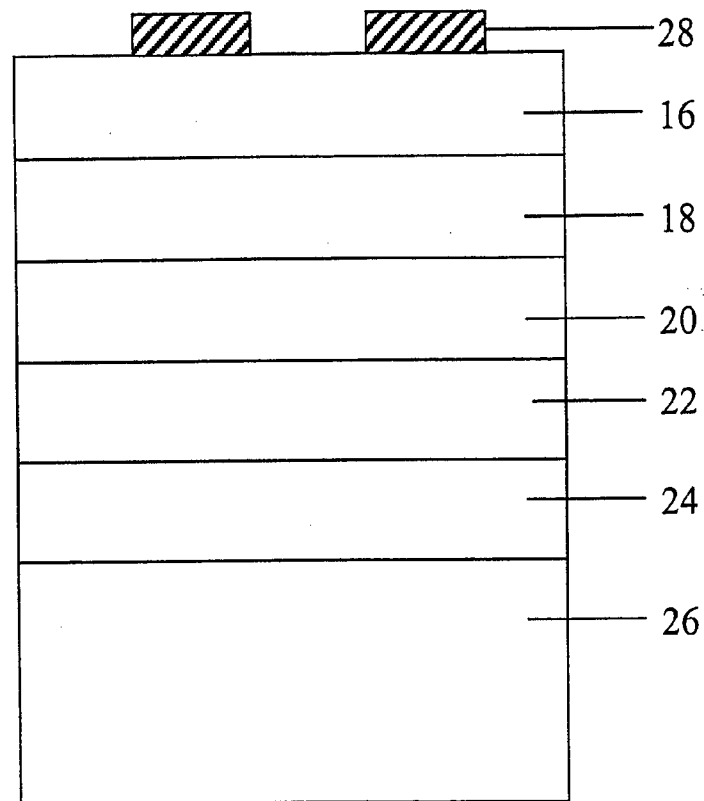


Fig. 1

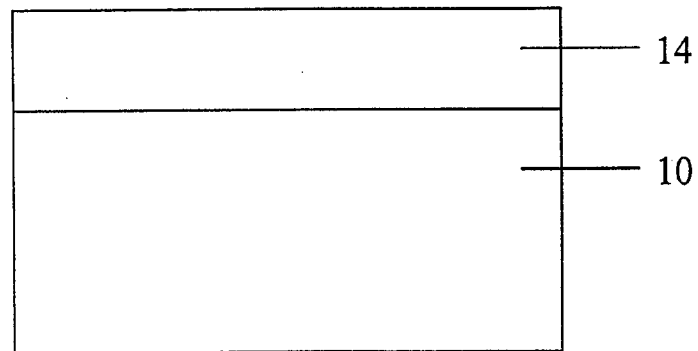


Fig. 2

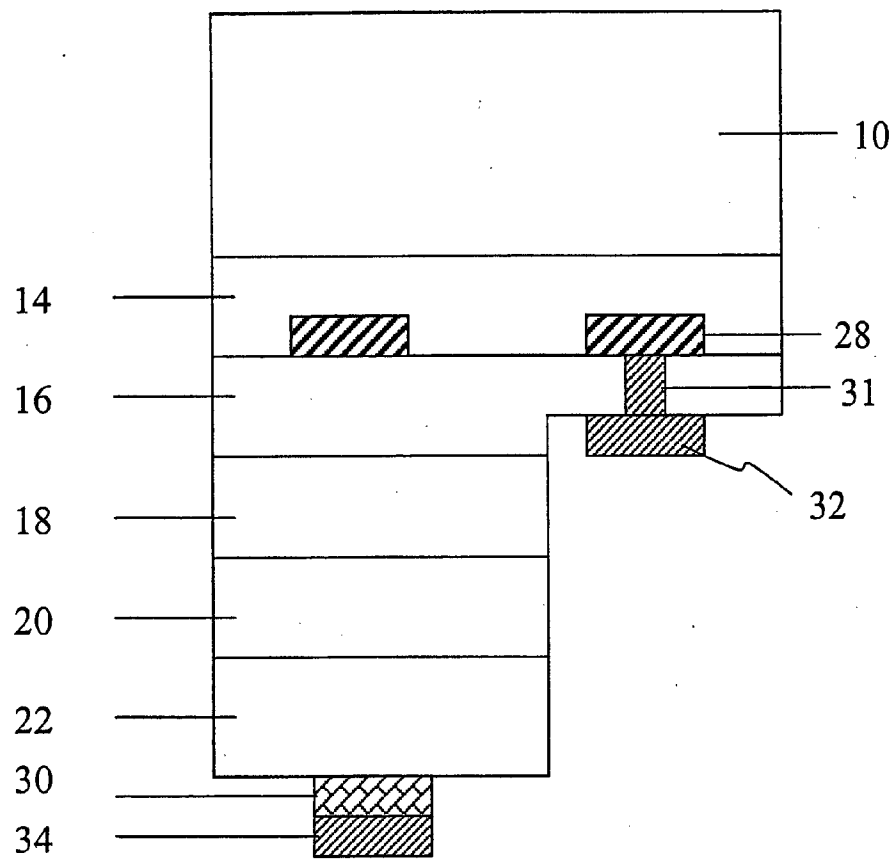


Fig. 3

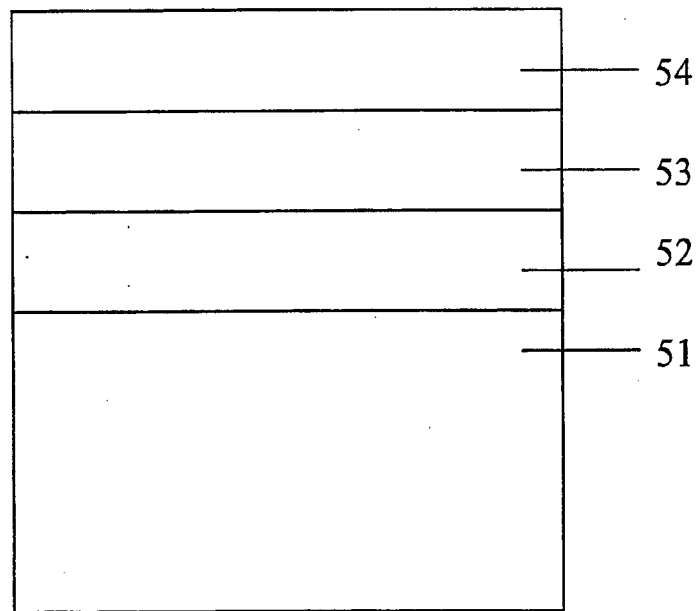


Fig. 4

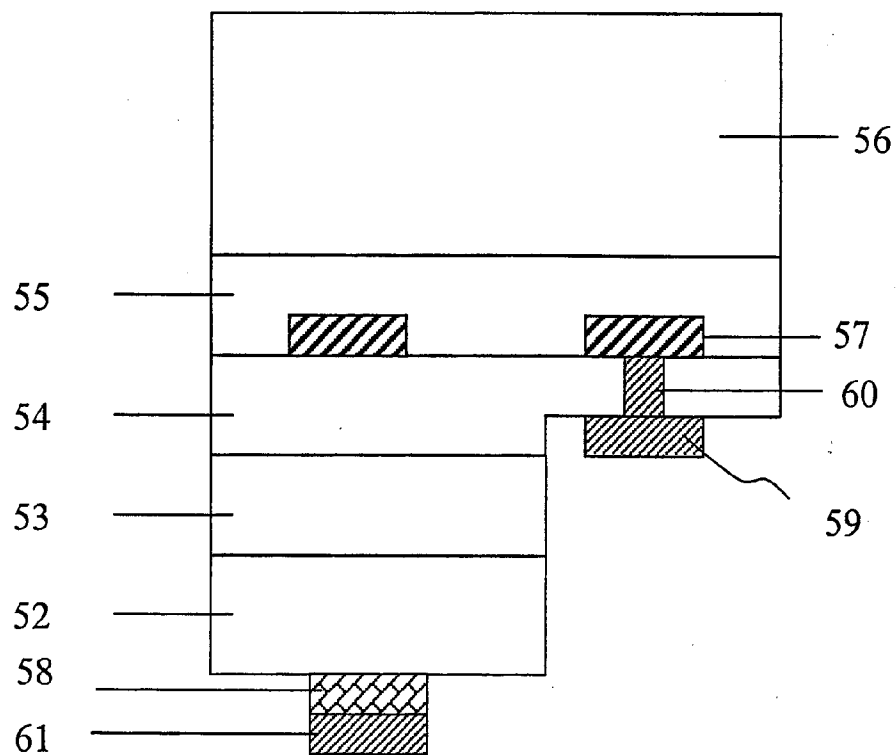


Fig. 5

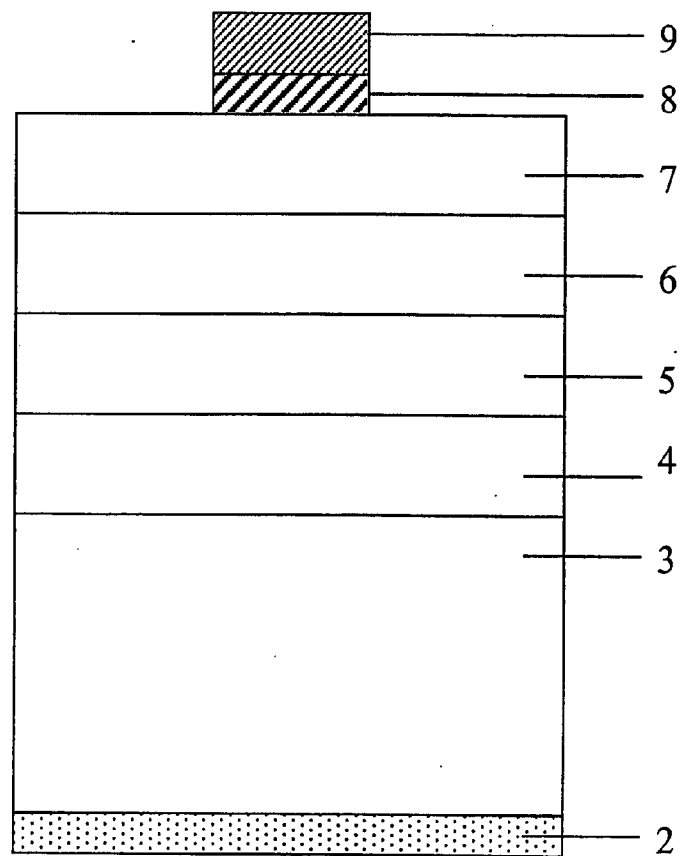


Fig. 6 (prior art)